



## AUSLEGESCHRIFT

1 268 410

Deutsche Kl.: 421 - 3/08

Nummer: 1 268 410

Aktenzeichen: P 12 68 410.5-52

Anmeldetag: 25. Januar 1961

Auslegetag: 16. Mai 1968

## 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Röntgenfluoreszenzanalyse mit einem in einem primären Röntgenstrahlenbündel angeordneten Untersuchungsobjekt, in dessen Fluoreszenzstrahlung ein Röntgenspektrometer mit drehbarem Analysatorkristall und einer Strahlungsmeßkammer zum Umsetzen von Strahlen in zur Strahlungsenergie proportionale elektrische Impulse angeordnet ist und ein Amplitudenfilter mit konstantem durchschnittlichem Durchlaßpegel vorgesehen ist.

Proportional-Zählröhren und Szintillationszähler erzeugen elektrische Impulse, die proportional zu der Energie der empfangenen Photonen sind. Aus der Formel von Bragg

$$n \lambda = 2 d \sin \Theta$$

folgt

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{n}{2d} \cdot \frac{1}{\sin \Theta},$$

wobei  $\lambda$  die Wellenlänge,  $n$  eine entsprechende ganze Zahl,  $d$  den Abstand der Gitterpunktebenen und  $\Theta$  den Neigungswinkel des Strahlungsbündels gegen die Gitterpunktebene des Lichtes bezeichnen.

Die Strahlungsenergie ist bestimmt durch

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda},$$

in der  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum und  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ist, so daß die Impulshöhe aus

$$V = A \frac{n}{d} \cdot \frac{1}{\sin \Theta}$$

folgt, in der  $A$  eine Konstante darstellt.

Dieses Verhältnis zeigt, daß die Impulshöhe sich mit zunehmendem Reflexionswinkel nach einer Coscansfunktion ändert. Damit demzufolge z. B. alle Impulse der Reflexionen der ersten Ordnung durch das Amplitudenfilter durchgelassen werden, soll die durchschnittliche Durchlaßhöhe des Filters mit zunehmendem Reflexionswinkel nach dieser Funktion abnehmen. Bei einer bekannten Vorrichtung ist eine selbsttätige Regelvorrichtung vorgesehen, mit der die durchschnittliche Durchlaßhöhe als Funktion des Reflexionswinkels geändert wird. Es ist auch bekannt, zum Einstellen der mittleren Durchlaßhöhe ein Potentiometer zu verwenden, dessen Stromabnehmer sich synchron mit dem Drehungswinkel des Analysatorkristalls verschiebt, dessen Widerstand zwischen der bewegbaren Anzapfung und einem der Enden sich nach der vorgeschriebenen Funktion ändert. Dieser Vorschlag ist jedoch nicht von wesentlicher Be-

## Vorrichtung zur Röntgenfluoreszenzanalyse

Anmelder:

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken,  
Eindhoven (Niederlande)

Vertreter:

Dr. H. Scholz, Patentanwalt,  
2000 Hamburg 1, Mönckebergstr. 7

Als Erfinder benannt:

Sjoerd Wytzes,  
Louis Lambert Anton Augustus,  
Emmasingel, Eindhoven (Niederlande)

Beanspruchte Priorität:

Niederlande vom 29. Januar 1960 (247 901)

## 2

deutung, weil ein Potentiometer mit der hierzu erforderlichen Widerstandscharakteristik nicht zur Verfügung steht. Eine zweite bekannte Möglichkeit besteht in der Anwendung einer mechanischen Übertragung, die eine gleichförmige, der Drehung des Analysatorkristalls entsprechende Bewegung in eine nach einer Coscansfunktion sich ändernde Verschiebung des Stromabnehmers des Potentiometers umsetzt, so daß ein lineares Potentiometer verwendet werden kann. Der Aufbau einer solchen Übertragungsvorrichtung ist schwierig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erwähnten Schwierigkeiten zu vermeiden und die Vorrichtung einfacher zu gestalten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß unabhängig von der Stellung des Analysatorkristalls alle der Fluoreszenzstrahlungsenergie proportionalen, der Meßkammer entnommenen und dem Amplitudenfilter zugeführten elektrischen Impulse auf gleiche, dem mittleren Durchlaßpegel des Amplitudenfilters entsprechende Durchschnittshöhe verstärkbar sind.

Die erforderliche Verstärkung der Zählimpulse ist dabei proportional zu  $\sin \Theta$  (Reflexionswinkel). Eine dieser Forderung entsprechende Vorrichtung ist einfach auszuführen mittels eines Potentiometers mit sinusförmiger Widerstandscharakteristik, dessen Stromabnehmer proportional zu der Winkelgeschwin-

digkeit des Kristalls bewegt wird. Eine mechanische Kupplung der Bewegungsvorrichtung des Analysatorkristalls mit dem Stromabnehmer eines Potentiometers mit linearer Widerstandscharakteristik derart, daß sich der Stromabnehmer nach einer Sinusfunktion bei konstanter Winkelgeschwindigkeit des Kristalls bewegt, verursacht auch keine Schwierigkeiten.

Weitere Merkmale im Rahmen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird an Hand der Zeichnung näher erläutert, in der

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Fluoreszenzanalyse nach der Erfindung darstellt und

Fig. 2 und 3 in zwei Projektionen die mechanische Übertragungsvorrichtung zeigen, die das erwünschte Übertragungsverhältnis hat.

Das zu untersuchende Objekt 1 ist in dem von der Röntgenröhre 2 emittierten Röntgenstrahlenbündel 3 angeordnet. Bei einer geeigneten Wahl der Härte der Röntgenstrahlen wird das Objekt 1 eine Quelle von Sekundärstrahlen, die mit Fluoreszenzstrahlung bezeichnet wird und ein Wellenlängenspektrum aufweist, das für die Materialzusammensetzung des Objektes kennzeichnend ist. Um die Divergenz des nützlichen Sekundärstrahlenbündels klein zu halten, wird ein kleiner Teil 5 dieser in allen Richtungen ausgedehnten Strahlung durch einen Strahlenbegrenzer 4 hindurchgeführt, der z. B. aus einer Anzahl von parallel angeordneten engen Röhren oder parallelen Platten bestehen kann.

Das Strahlenbündel 5 ist auf die Oberfläche des Analysatorkristalls 6 gerichtet, der um eine senkrecht zu der Zeichenebene angeordnete Welle 7 drehbar ist. Eine Meßkammer 8 fängt die reflektierte Strahlung 9 auf, die durch einen Strahlenbegrenzer 10, der wie der Strahlenbegrenzer 4 aus einer Anzahl von parallel angeordneten engen Röhren oder Platten bestehen kann, hindurchtritt.

Die Meßkammer 8 mit dem Begrenzer 10 sind, ebenso wie der Analysatorkristall 6, um die Welle 7 drehbar, in dem Sinn, daß die Winkelgeschwindigkeit, mit der sich der Kristall 6 dreht, die Hälfte der Winkelgeschwindigkeit beträgt, mit der die Meßkammer 8 sich längs des Kreises 11 bewegt.

Um sowohl die Art der im Objekt vorhandenen Elemente als auch ihre Menge zu analysieren, soll eine Meßkammer verwendet werden, die die auffallende Strahlung in Zählimpulse, deren Amplitude von der Strahlungsenergie abhängig ist, umsetzt.

Zu diesem Zweck wird eine Proportionalzählröhre oder ein Szintillationszähler verwendet. Die elektrischen Impulse werden nach der Verstärkung einer Zählvorrichtung 12 zugeführt. Man ist bestrebt, daß nur Impulse gezählt werden, die kennzeichnend für die Art des Stoffes sind und daß das Ergebnis möglichst wenig durch Störimpulse beeinträchtigt wird. Zu diesem Zweck hat der Verstärker 13 eine enge Durchlaßbandbreite, so daß Impulse, deren Amplitude größer ist als ein gegebener Höchstwert oder kleiner als ein vorher bestimmter Mindestwert, die Zählvorrichtung 12 nicht erreichen. Damit die aufzuzeichnenden Impulse bei jeder Lage der Meßkammer die für Durchlassung erforderliche Amplitude aufweisen, werden sie einem Vorverstärker 14, dessen Ausgang mit einer Regelvorrichtung 15 versehen ist, zugeführt.

Wie schon bemerkt, ist die Impulshöhe  $V$  umgekehrt proportional zu dem Sinus der Winkel  $\theta$ . Der

Zweck der mit dem Vorverstärker 14 kombinierten Regelvorrichtung 15 ist, die nützlichen Impulse alle bis auf den gleichen Wert zu verstärken, also die Stärke der Impulse  $V$  mit einem Faktor, der proportional zu  $\sin \theta$  ist, zu multiplizieren. Zu diesem Zweck ist ein Potentiometer 18 mit den Ausgangsklemmen 16 und 17 des Vorverstärkers 14 verbunden. Man kann nun den Stromabnehmer 19 derart einstellen, daß bei jeder Lage der Meßkammer das zwischen dem Stromabnehmer 19 und der Ausgangsklemme 16 entnommene Signal konstant ist. Der Widerstandsteil zwischen dem Stromabnehmer 19 und dieser festen Klemme 16 soll dann immer gleich  $R' \sin \theta$  sein. Der Widerstand  $R'$  ist der Teil des Potentiometers 18, der während der Drehung der Meßkammer von dem Stromabnehmer durchlaufen wird.

Die Drehung des Kristalls 6 und der Meßkammer 8 zusammen mit dem Strahlenbegrenzer 10 findet mittels des Motors 20 und der Übertragungen 21 und 22 statt. Aus der Bewegung des Motors wird durch eine weitere Übertragung 23 eine Bewegung zur Verschiebung des Stromabnehmers 19 des Potentiometers 18 abgeleitet. Diese Verschiebung kann synchron mit dem bewegenden Kristall sein, wenn ein Potentiometer von dem Typ verwendet wird, dessen Widerstand sich nach einer Sinusfunktion mit der Verschiebung des Stromabnehmers ändert.

Die erwünschte Widerstandsänderung kann auch mittels eines Bewegungsmechanismus erhalten werden, der eine sich mit der Winkelverschiebung des Analysatorkristalls nach einer Sinusfunktion ändernde Verschiebung des Stromabnehmers 19 verursacht. In diesem Fall kann ein lineares Potentiometer verwendet werden.

Ein solcher Mechanismus ist in den Fig. 2 und 3 für einen aus einem Drehpotentiometer bestehenden Widerstand dargestellt. Auf der Welle 24 ist ein Ritzel 25 angeordnet, das mit einer Zahnstange 26 im Eingriff ist. Die Zahnstange 26 ist in ihrer Längsrichtung verschiebbar und wird durch zwei Gleitlager 27 und 28 gestützt. Die Verschiebung der Zahnstange 26 erfolgt mittels eines Kurbelzapfens 29, dessen Kurbelzapfungswange 30 an der Welle 31 befestigt ist. Der Kurbelzapfen 29 läuft in einem Schnitt 32 der Gabel 33, die mit der Zahnstange 26 verbunden ist. Bei der größten Ausweichung der Meßkammer 8 längs des Kreises 11 steht die Kurbelzapfungswange 30 senkrecht. Die Zahnstange 26 ist ganz nach links verstellt, und dadurch ist der Stromabnehmer 19 auf dem Potentiometerwiderstand 18 in der äußersten linken Lage eingestellt. Bei Drehung des Kristalls nach kleineren Winkeln dreht sich die Welle 31 proportional zu der Winkeländerung und verschiebt die Zahnstange 26 nach rechts. Die Kupplung zwischen der Kurbel 30 und der Zahnstange 26 sorgt dafür, daß diese Verschiebung nach einer Sinusfunktion erfolgt. Zugleich dreht sich der Stromabnehmer 19. Auf diese Weise wird erreicht, daß der zwischen den Klemmen des Verstärkers angeschlossene Widerstandsteil sich nach  $R' \sin \theta$  ändert.

#### Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Röntgenfluoreszenzanalyse mit einem in einem primären Röntgenstrahlenbündel angeordneten Untersuchungsobjekt, in dessen Fluoreszenzstrahlung ein Röntgenspektrometer mit drehbarem Analysatorkristall und einer Strahlungsmeßkammer zum Umsetzen von Strahl-

len in zur Strahlungsenergie proportionale elektrische Impulse angeordnet ist und ein Amplitudenfilter mit konstantem durchschnittlichem Durchlaßpegel vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß, unabhängig von der Stellung des Analysatorkristalls, alle der Fluoreszenzstrahlungsenergie proportionalen, der Meßkammer entnommenen und dem Amplitudenfilter zugeführten elektrischen Impulse auf gleiche, dem mittleren Durchlaßpegel des Amplitudenfilters entsprechende Durchschnittshöhe verstärkbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein die elektrischen Impulse der Meßkammer aufnehmender linearer Verstärker über ein Potentiometer mit dem Amplitudenfilter verbunden ist und daß der Stromabnehmer des Potentiometers mit dem Bewegungsmechanismus des Spektrometers derart gekoppelt ist,

daß bei jeder Verschiebung des Stromabnehmers der wirksame Potentiometerwiderstand proportional dem Sinus des Reflexionswinkels veränderbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch ein Potentiometer mit einer sinusförmigen Widerstandscharakteristik und durch einen synchron mit der Bewegung des Analysatorkristalls verschiebbaren Stromabnehmer.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch ein Drehpotentiometer mit linearer Widerstandscharakteristik, dessen Stromabnehmer mit einer durch eine synchron mit der Bewegung des Analysatorkristalls sich bewegenden Kurbel geradlinig verschiebbaren Zahnstange gekoppelt ist.

In Betracht gezogene Druckschriften:  
Deutsche Patentschrift Nr. 1 023 246.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

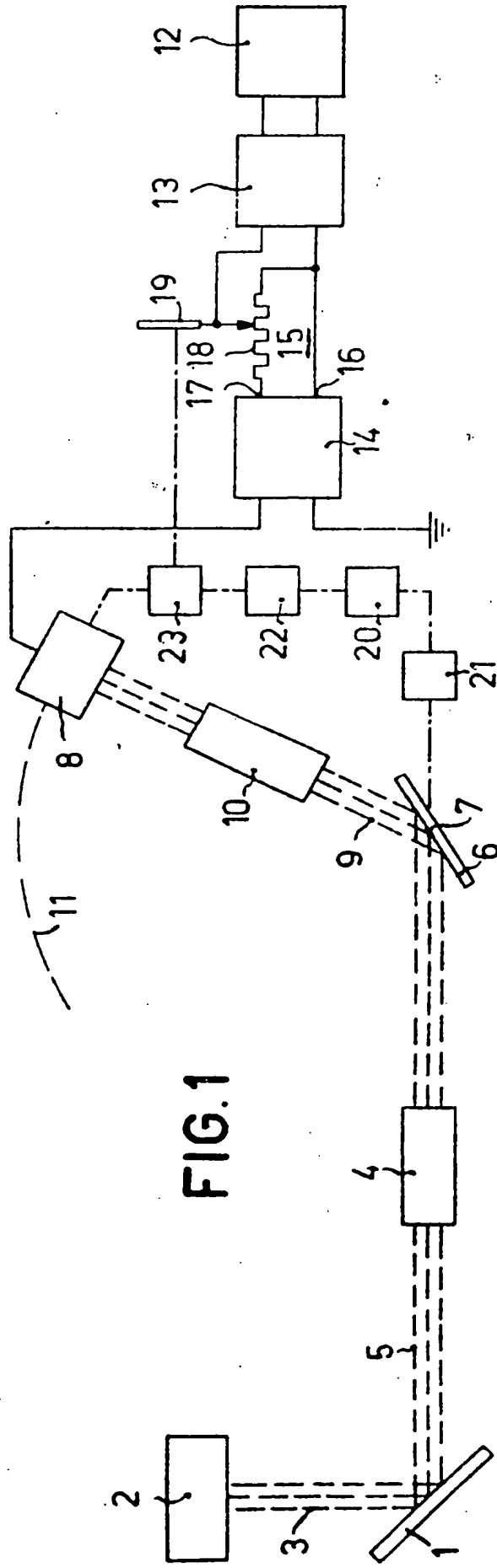


FIG. 1

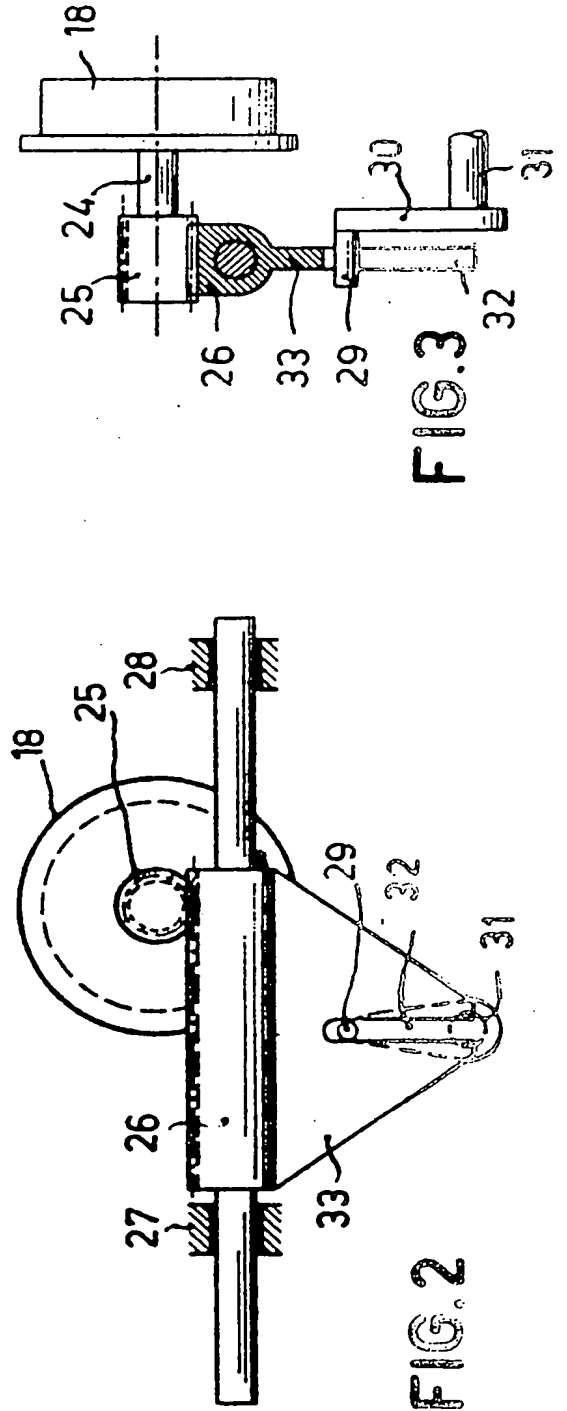


FIG. 3

FIG. 2